Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Augenkranke
Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. W. Leydhecker

Zur Änderung der Hornhautkrümmungsradien, der Hornhautdicke und des intraoculären Druckes nach Kataraktoperationen

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Jürgen Detering
aus
Essen

20. Dezember 1971

1972

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik für Augenkranke
Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. W. Leydhecker

Zur Änderung der Hornhautkrümmungsradien, der Hornhautdicke und des intraocularen Druckes nach Kataraktoperationen

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n
verfaßt und der Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Jürgen Detering
aus
Essen

20. Dezember 1971

Referent: Priv. Doz. Dr. med. F. O. Mueller

Korreferent: Professor Dr. med. W. Leydhecker

Dekan: Professor Dr. med. K.-H. Weis

Tag der mündlichen Prüfung: 9.6.1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG 1

OPERATIONSTECHNIK UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN 2

ERGEBNISSE DER VERSUCHE 7

I. Änderung der Hornhautrefraktion nach Kataraktextraktion 7

1. Bei allen Augen 7

2. Bei Augen, der:

Gruppe I 9

Gruppe II 10

Gruppe III 12

3. Zusammenfassung 14

II. Änderungen der Hornhautdicke nach Kataraktextraktion 16

III. Änderungen des intraoculären Druckes nach Kataraktextraktion 17

DISKUSSION 19

ZUSAMMENFASSUNG 24

LITERATURVERZEICHNIS 25

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543512_0084

EINLEITUNG

Die Hornhaut ist physiologisch astigmatisch, d.h. der vertikale Meridian ist stärker gekrümmt als der horizontale Meridian (Astigmatismus rectus regularis). Nach intraoculären Eingriffen, wie etwa der Kataraktextraktion, verändern sich infolge Adaptationsfehler der Hornhautwunde und Narbenbildung die präoperativen Krümmungsradien der Hornhaut (Beasley 1967, Duke-Elder 1950, Floyd 1951, Groenholm 1935, Kawahara 1933).

Die Ergebnisse der genannten Autoren stimmen darin überein, daß postoperativ ein stärkerer Astigmatismus auftritt, d.h., die Hornhaut ist nach Kataraktoperationen in vertikaler Richtung stärker gekrümmt als in horizontaler. Corneoskleralnähte sowie glatter Wundschnitt verringern den Astigmatismus, während postoperative Komplikationen,wie z.B. schlechte Adaptation der Schnittwunde,einen Astigmatismus irregularis verursachen (Pintucci 1968, Scheie 1959).

Der intraoculäre Druck sinkt nach Elenius (1968), Kamali (1968) und Miller (1968) postoperativ, nach Kaufmann (1965) und Rich (1968) dagegen steigt er innerhalb der ersten zehn postoperativen Tage. Die Ursache der Senkung bzw. der Steigerung des intraoculären Druckes bleibt in allen Fällen dieser Autoren ungenannt.

Im Rahmen einer Erörterung des Zusammenhanges von intraoculärem Druck und Hornhautrigidität nach Kataraktoperationen gelangt Tied (1966) zu der Annahme, daß eine umgekehrte Proportionalität zwischen intraoculärem Druck und dem Rigiditätskoeffizienten besteht. Haltenhoff (1964) konnte diese Proportionalität nicht bestätigen, vielmehr wurde eine Verringerung der Rigidität bei gleichbleibendem, intraoculärem Druck nach Kataraktextraktionen festgestellt.

In einer experimentellen Arbeit am Kaninchenauge wiesen Ytteborg et al. (1965) die Entwicklung eines durch Endothelverletzung bedingten Cornealödems bei perforierenden Hornhautschnitten nach. Der intraoculäre Druck stieg in Augen mit Hornhautödem früher und auch höher an als in Augen ohne Hornhautödem. Neumann et al. (1966) fanden dieses auch nach Kataraktextraktionen am menschlichen Auge. Ebenso kam Fajardo (1966) zu der Feststellung, daß mit der postoperativen intraoculären Drucksteigerung eine Zunahme des entstehenden Hornhautödems zu registrieren war, wobei immer die Frage offen blieb, ob das Ödem die Drucksteigerung oder die Drucksteigerung das Ödem verursachte. Ein entsprechender Hinweis auf intraoculäre Druckerhöhung und Hornhautödem nach Kataraktextraktionen fand sich auch bei Juglio (1967). Von keinem der Autoren wurde der mögliche Einfluß von Drucksteigerung und Hornhautödem oder von beiden auf die keratometrischen postoperativen Veränderungen erwähnt.

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, zu untersuchen, ob nach Kataraktextraktionen Veränderungen der Hornhautkrümmungsradien, der Hornhautdicke und des intraoculären Druckes auftreten. Anhand der Einzelergebnisse wird versucht, festzustellen, ob Zusammenhänge zwischen Krümmungsradiusveränderungen und intraoculärem Druck oder Krümmungsradiusveränderung und Hornhautdicke zu erkennen sind.

OPERATIONSTECHNIK UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die Untersuchungen wurden an 72 über 60 Jahre alten Patienten in der Universitäts-Augenklinik Würzburg durchgeführt. Die Hornhautdicke, die Hornhautkrümmungsradien und der intraoculäre Druck wurden am Tage vor der Operation und am 5., 10. und 90. Tag nach der Operation gemessen. In 11 Fällen traten während des postoperativen Verlaufes leichte Komplikationen, wie z.B. Ciliarkörperabhebungen, auf. Diese Patienten wurden von den weiteren Untersuchungen sowie von der Auswertung der Untersuchungsergebnisse ausgeschlossen. Alle einzelnen Messungen

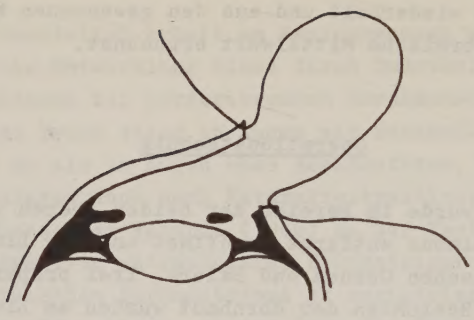
wurden dreimal wiederholt und aus den gewonnenen Meßwerten wurde der algebraische Mittelwert errechnet.

Operationstechnik

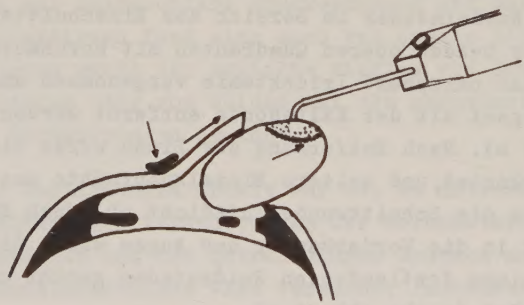
Die Bindehaut wurde im Bereich der beiden oberen Quadranten, 2 - 3 mm vom Limbus entfernt, eröffnet und der Limbus, d.h. die Grenze zwischen Cornea und Sklera, frei präpariert. Die oberflächigen Schichten der Hornhaut wurden am Limbus bei 12 Uhr mit dem Rasiermesser eingeschnitten und eine feine Seidennaht wurde vorgelegt. Nach Eröffnung der Vorderkammer des Auges mit dem Rasiermesser im Bereich des Einschnittes konnte der Limbus über beiden oberen Quadranten mit Hornhautscheren durchtrennt, die periphere Iridektomie vorgenommen und die Linse in ihrer Kapsel mit der Kältesonde entfernt werden (siehe Abb. 1 a und 1 b). Nach Entfernung der Linse wurde die vorgelegte Naht verknotet, und weitere Einzelknopfnähte aus feinster Seide schlossen die Schnittwunde luftdicht ab. Nach Einblasen von etwas Luft in die Vorderkammer des Auges wurde die Conjunctiva mit einem fortlaufenden Seidenfaden genäht und die Operation beendet. (siehe Abb. 1 c).
Alle Operationen wurden in Intubationsnarkose durchgeführt.

Die 72 Kataraktoperationen wurden von drei Operateuren durchgeführt, deren Operationstechniken sich grundsätzlich in der Durchführung des Hornhautschnittes unterschieden. Aufgrund unterschiedlicher Hornhautschnittführung wurde die Gesamtzahl der Patienten in drei Gruppen unterteilt. Der Operateur, dessen Patienten in Gruppe I zusammengefaßt wurden, führte einen schrägen Hornhautschnitt über fast 180° des Cornealumfanges, der dem Schnitt mit dem Graefemesser ähnlich ist, durch. Nicht mehr als 6 Corneoskleralnähte verschlossen die Wunde.
Der Hornhautschnitt des zweiten Operateurs verlief fast senkrecht über 130°-160° des Hornhautumfanges, und mindestens 7 Hornhautnähte verschlossen die Hornhautwunde.

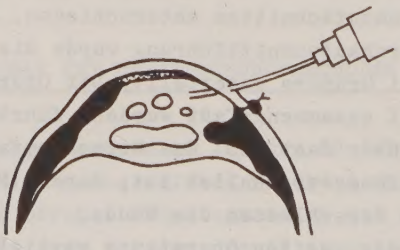
Die in Gruppe III zusammengefaßten Operationen wurden von in der Kataraktoperation wenig erfahrenen Assistenten durchge-



a) Vorgelegte Naht, eröffnetes Auge, periphere Iridektomie



b) Extraktion der Linse mit der Kältesonde



c) Verschluß des Auges und Einbringen von Luft

Abb. 1: Die intracapsuläre Kataraktextraktion mit der Kältesonde (siehe Text)

führt. Der Hornhautschnitt war unregelmäßig, das Auge wurde zwischen 140° und 180° eröffnet, und mindestens 7 Corneoskleralnähte verschlossen den Hornhautschnitt.

Untersuchungsmethoden

Die Messungen des Hornhautastigmatismus

Der Hornhautastigmatismus wird mit dem Ophthalmometer gemessen; das Prinzip dieses Instrumentes stammt von Helmholtz und das derzeit gebräuchlichste Modell von Javal und Schiötz. Es werden auf der Hornhaut zwei Spiegelbilder erzeugt, die gleichsam die Enden eines Objektes darstellen. Diese beiden Bilder beobachtet man durch ein Fernrohr, in welchem sie durch ein Prisma verdoppelt erscheinen. Ist nun die Krümmung der Hornhaut stärker, so wird das Bild des Objektes kleiner - es rücken also die beiden Endbilder aneinander. Bei schwächerer Krümmung der Hornhaut rücken sie weiter auseinander, das Objekt, markiert durch die beiden Bilder, wird größer abgebildet. Nun ändert man den Abstand der beiden Bilder so, daß die verdoppelten Reflexbilder sich derart aneinander lagern, daß die mittleren Teilbilder sich von innen her berühren. Dreht man das abzubildende Objekt um 90°, so wird sich bei einer rein sphärisch gekrümmten Hornhaut der Abstand der Bilder nicht ändern. Bei einem regelmäßigen Astigmatismus der Hornhaut aber zeigt sich, daß die Bilder nur dann in einer Flucht stehen, wenn wir uns in einem der beiden Hauptmeridiane befinden. Außerhalb der Meridiane stehen die Bilder nicht mehr auf einer Basis, in einer Flucht, sie sind vielmehr gegeneinander verschoben.

Man beginnt mit dem schwächer brechenden Hauptmeridian und stellt die Endbilder so ein, daß sie sich von innen her gerade berühren. Dreht man nun den Apparatbogen um 90° in den stärker brechenden Hauptmeridian, so kann man unmittelbar ablesen, wieviel Dioptrien dieser Meridian stärker bricht als der andere, allerdings nur in Bezug auf jenes Oberflächenbild, auf dem sich das Objekt abbildet.

Im normalsichtigen Auge ohne Astigmatismus der Gesamtrefraktion besteht meist ein geringer Hornhautastigmatismus nach der Regel, der durch einen gleich hohen Linsenastigmatismus gegen die Regel aufgehoben wird. Man spricht deshalb von einem physiologischen Hornhautastigmatismus.

Die Messung der Hornhautdicke

Die Messung der Hornhautdicke wurde mit dem Keratometer der Firma Haag-Streit durchgeführt, einem Gerät, das nach einem von Jaeger beschriebenen Prinzip arbeitet und an der Spaltlampe der Firma Haag-Streit befestigt wird. Das Meßgerät besteht aus zwei planparallelen Spiegeln, einer Skala, auf der die Hornhautdicke in Hundertstel-Millimeter abgelesen wird, einer Spaltblende und einem Bildteilungsokular.

Das Spaltlampenlicht wird auf die Hornhaut projiziert, das Hornhautbild scharf eingestellt und durch das Bildteilungsokular beobachtet. Das auf die Hornhaut projizierte Spaltlampenlicht wird aufgrund seiner Reflexion über die beiden planparallelen Spiegel verdoppelt. Eine Bewegung des oberen Spiegels verändert auf der Hornhaut den Abstand der beiden Spaltbilder zueinander. Durch die Verwendung des Bildteilungsokulars wird jedoch von dem einen Spaltlampenbild nur die obere, von dem anderen nur die untere Hälfte reflektiert, sodaß im Okular nur zwei halbe, sich gegenüberliegende Spaltlampenbilder sichtbar werden. Nach Einstellung des Gerätes auf den Nullpunkt der Meßskala, bilden beide Halbbilder zusammen ein vollständiges Spaltlampenbild. Wird durch eine Veränderung der Spiegelstellung das obere Halbbild soweit versetzt, daß der Reflex im oberen Okularbereich mit dem Reflex im unteren Okularbereich eine fortlaufende Linie bildet, kann der Wert für die Hornhautdicke auf einer Skala abgelesen werden.

Die intraoculäre Druckmessung

Für die Messungen des intraoculären Druckes wurde das Schiötz-Tonometer verwendet. Der in der Fußplatte gleitende Senkstift drückt durch sein Gewicht auf die Hornhaut; die Werte der hierdurch hervorgerufenen 'Eindellung ' (Impression) sind auf der Meßskala abzulesen.

Mit Hilfe einer Tabelle können diese Skalenwerte in Millimeter-Quecksilbersäule (mmHg) umgerechnet werden.

Bei der Verwendung des vorliegenden Meßinstrumentes ist besonders darauf zu achten, daß es nach jeder Messung zerlegt und gereinigt wird, da sonst ungenaue Meßwerte zustande kommen.

ERGEBNISSE DER VERSUCHE

I. Änderung der Hornhautrefraktion nach Kataraktextraktion

1) Änderungen der Hornhautrefraktion nach Kataraktextraktionen bei allen Augen. (Algebraische Mittelwerte).

Präoperativ sowie postoperativ zeigte der vertikale Hornhautkrümmungsradius eine stärkere Brechkraft als der horizontale Hornhautradius. Bis zum 10. postoperativen Tag wurden Abnahmen der horizontalen und Zunahmen der vertikalen Krümmung festgestellt. Die Refraktion der Hornhaut im Bereich der horizontalen Achse verringert sich von durchschnittlich präoperativ 43,50 dpt um 1,37 dpt auf 42,13 dpt bis zum 10.postoperativen Tag. Größte Veränderungen des horizontalen Krümmungsradius wurden am 5. postoperativen Tag gemessen und betrugen 84,6 % der gesamten Änderung innerhalb der ersten 10 postoperativen Tage.

Die Brechkraft des vertikalen Krümmungsradius stieg bis zum 10. postoperativen Tag von 44,12 dpt präoperativ um 1,51 dpt auf 45,63 dpt an. Stärkste Radiusänderungen wurden bis zum 5. postoperativen Tag beobachtet und betrugen 80,1 % (siehe Tab. 1).

Der Astigmatismus rectus regularis stieg bis zum 10. postoperativen Tag an und erreichte am 10. postoperativen Tag höchste Werte.

Zwischen dem 10. und dem 90. postoperativen Tag entwickelte sich die Brechkraft rückläufig. 90 Tage nach der Operation war der horizontale Krümmungsradius dem präoperativ ermittelten Wert nahe gekommen und der Unterschied betrug nur 0,39 dpt. Der entsprechende postoperative Refraktionswert für den vertikalen Meridian war sogar nur 0,19 dpt von seinem präoperativen Ausgangswert entfernt. Der postoperative Gesamtastigmatismus von 1,20 dpt zeigte jedoch gegenüber dem präoperativen von 0,62 dpt einen Anstieg um fast 100 % .

Achse	Praeop.	5.postop.T.	10.postop.T.	90.postop.T.
horizontal	43,50	42,34	42,13	43,11
vertikal	44,12	45,33	45,63	44,31
Astigmatismus	0,62	2,99	3,50	1,20

Tabelle 1: Hornhautrefraktion und -astigmatismus vor und nach Kataraktoperation bei allen Augen.

2) Änderungen der Hornhautrefraktion nach Kataraktextraktionen in den drei Gruppen.

Gruppe I

In dieser Gruppe wurden 34 Augen untersucht. Postoperativ zeigte die horizontale Brechkraft eine Abnahme und die vertikale Brechkraft eine Refraktionszunahme gegenüber den präoperativen Werten. Die Abnahme der horizontalen Brechkraft betrug bis zum 10. postoperativen Tag 1,06 dpt. Maximale Änderungen der Brechkraft wurden bis zum 5. postoperativen Tag gemessen (= 87,7%).

Bis zum 10. postoperativen Tag nahm die Brechkraft des vertikalen Meridians zu. Der größte Teil dieser Zunahme von 82,3% entfiel dabei auf den Zeitraum bis zum 5. postoperativen Tag.

90 Tage nach der Operation war der Wert der horizontalen Krümmung mit 43,75 dpt dem präoperativ ermittelten Wert mit 43,76 dpt annähernd gleich. Zur gleichen Zeit lag der Wert für die Brechkraft im Bereich des vertikalen Meridians um 0,51 dpt über dem präoperativ gefundenen Wert (siehe Tab. 2 und Abb. 2).

Achse	Präop.	5.postop.T.	10.postop.T.	90.postop.T.
horizontal	43,76	42,83	42,70	43,75
vertikal	44,22	45,20	45,41	44,73
Astigmatismus	0,46	2,37	2,71	0,98

Tabelle 2: Hornhautrefraktion und -astigmatismus vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der Gruppe I

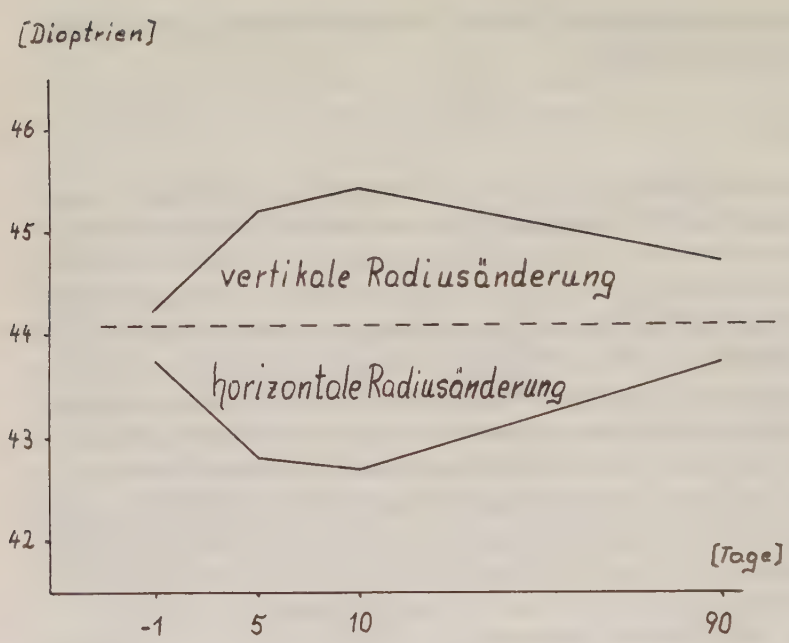


Abb. 2: Graphische Darstellung der Hornhautrefraktion vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der Gruppe I (vgl. Tab. 2)

Gruppe II

Aus Tabelle 3 und Abbildung 3 ist zu ersehen, daß bei den horizontalen und vertikalen Krümmungsradien dieser Gruppe, in der 17 Augen untersucht wurden, die gleiche Veränderungstendenz zu beobachten war wie bei denen der Gruppe I, d.h., die Brechung des horizontalen Krümmungsradius nahm ab und die des vertikalen Krümmungsradius nahm zu.

Achse	Präop.	5.postop.T.	10.postop.T.	90.postop.T.
horizontal	43,40	42,03	41,93	42,75
vertikal	43,97	45,41	45,54	43,86
Astigmatismus	0,57	3,38	3,61	1,11

Tabelle 3: Hornhautrefraktion und -astigmatismus vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der Gruppe II

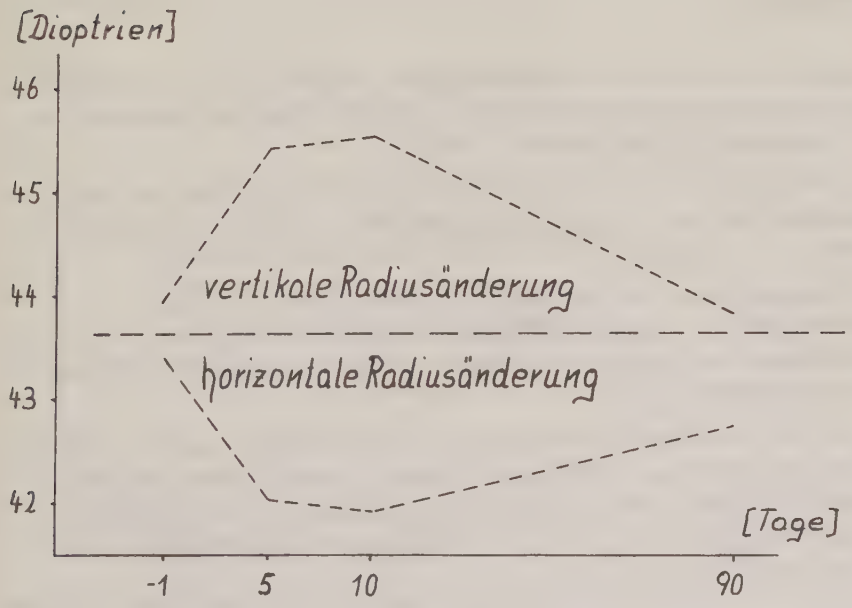


Abb.3: Graphische Darstellung der Hornhautrefraktion vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der Gruppe II (vgl. Tab. 3)

Die Brechkraftänderung im horizontalen Meridian betrug bis zum 5. postoperativen Tag 1,37 dpt und 93,2 % der gesamten Brechkraftänderung. Zwischen dem 5. und dem 10. postoperativen Tag veränderte sich die Brechkraft mit 0,1 dpt nur noch geringgradig.

Auch die vertikale Brechkraftänderung war bis zum 5. postoperativen Tag am stärksten; sie betrug 1,44 dpt und 91,7 % der Gesamtbrechkraftänderung.

90 Tage nach der Operation lag der mittlere Wert der horizontalen Brechkraft mit 42,75 dpt um 0,65 dpt unter dem präoperativen Wert. Die Brechkraft des vertikalen Meridians war auch - und zwar um 0,11 dpt - geringer als der präoperative Wert der Hornhautrefraktion.

Gruppe III

Die Ergebnisse der Radiusveränderungen, ermittelt durch fortlaufende Messungen an 10 Augen, lassen gleiche Tendenz erkennen wie die Ergebnisse in den Gruppen I und II.

Der horizontale Astigmatismus veränderte sich bis zum 10. postoperativen Tag um 1,59 dpt; dabei entfallen 73,6 % der Gesamtabnahme auf den Zeitraum bis zum 5. postoperativen Tag.

Die Gesamtzunahme der Brechkraft im Bereich des vertikalen Krümmungsradius beträgt 1,77 dpt und somit hat auch hier der größte Teil der Radiusveränderung bis zum 5. postoperativen Tag stattgefunden (67,6 %).

Der am 90. postoperativen Tag für die Brechkraft ermittelte Wert für den horizontalen Meridian liegt mit 0,5 dpt unter dem präoperativen Ausgangswert, während die Brechkraft des vertikalen Meridians mit 0,33 dpt über dem präoperativen Ausgangswert liegt (siehe Tab. 4 und Abb. 4).

Achse	Präop.	5.postop.T.	10.postop.T.	90.postop.T.
horizontal	43,35	42,18	41,76	42,85
vertikal	44,18	45,38	45,95	44,51
Astigmatismus	0,83	3,20	4,19	1,66

Tabelle 4: Hornhautrefraktion und -astigmatismus vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der Gruppe III

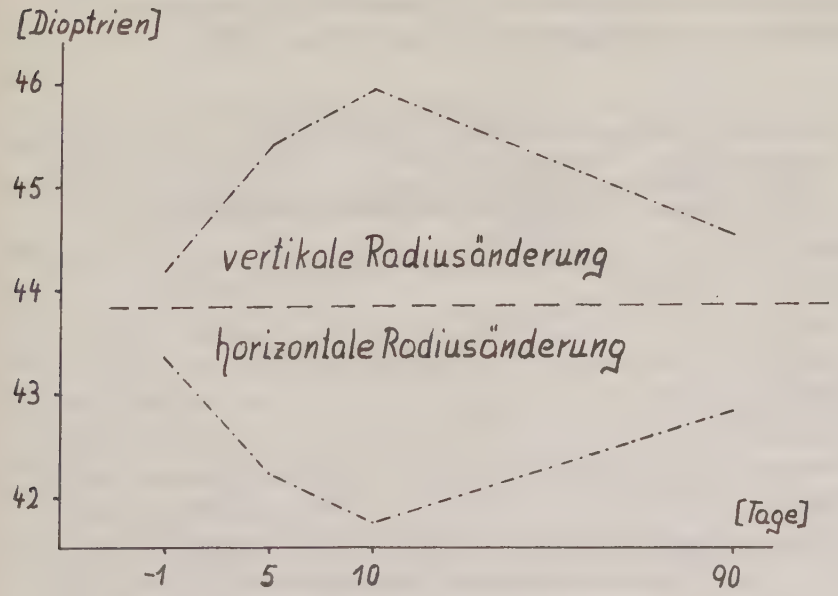


Abb.4: Graphische Darstellung der Hornhautrefraktion vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der Gruppe III (vgl. Tab. 4)

3. Zusammenfassung

Die Untersuchungsergebnisse aller drei Gruppen zeigen, daß an allen Untersuchungstagen der Gesamtastigmatismus bei den Fällen der Gruppe I am geringsten und bei denen der Gruppe III am höchsten war (siehe Tab. 5 und Abb. 5).

Die an den verschiedenen postoperativen Tagen ermittelten Werte der Brechkraft von horizontalem bzw. vertikalem Meridian lassen erkennen, daß bis zum 10. postoperativen Tag die Krümmungsradiusänderungen des vertikalen Meridians in allen drei Gruppen größer war als die des horizontalen Meridians.

Die Hauptzunahme des Astigmatismus war in allen Gruppen während des Zeitraumes bis zum 5. postoperativen Tag zu erkennen und betrug in der Gruppe I 84,4 %, in der Gruppe II 92,4 %, in der Gruppe III 70,5 % des Gesamtzuwachses. Zwischen dem 5. und 10. postoperativen Tag war demnach die Änderung von Brechkraft in beiden Meridianen sowie die des Astigmatismus gering.

	Änderung der Gesamtrefraktion in den ersten 10 Tagen	Änderung des Gesamtastigmatismus in den ersten postop. 5 Tagen	Am 90. Tag postoperativ ist der präoperative Wert ...
Gr.I horiz.	1,06	84,4 %	...erreicht
Gr.I vertik.	1,19		...nicht erreicht
Gr.II horiz.	1,47	92,4 %	...nicht erreicht
Gr.II vertik.	1,57		...überschritten
Gr.III horiz.	1,59	70,5 %	...nicht erreicht
Gr.III vertik.	1,77		...nicht erreicht

Tabelle 5: Hornhautrefraktionsveränderungen und -astigmatismus bei Augen der Gruppe I, II und III.

Bis zum 90. postoperativen Tag ändert sich die Brechkraft im Bereich beider Meridiane rückläufig, d.h., es kam zur Annäherung an den präoperativen Ausgangswert. Die geringste Differenz zum präoperativen Wert des horizontalen Meridians war in der Gruppe I zu erkennen. Der präoperativ ermittelte Refraktionswert des vertikalen Meridians wurde in der Gruppe II überschritten. In allen übrigen Meridianen der verschiedenen Gruppen wurden die präoperativen Werte nicht erreicht.

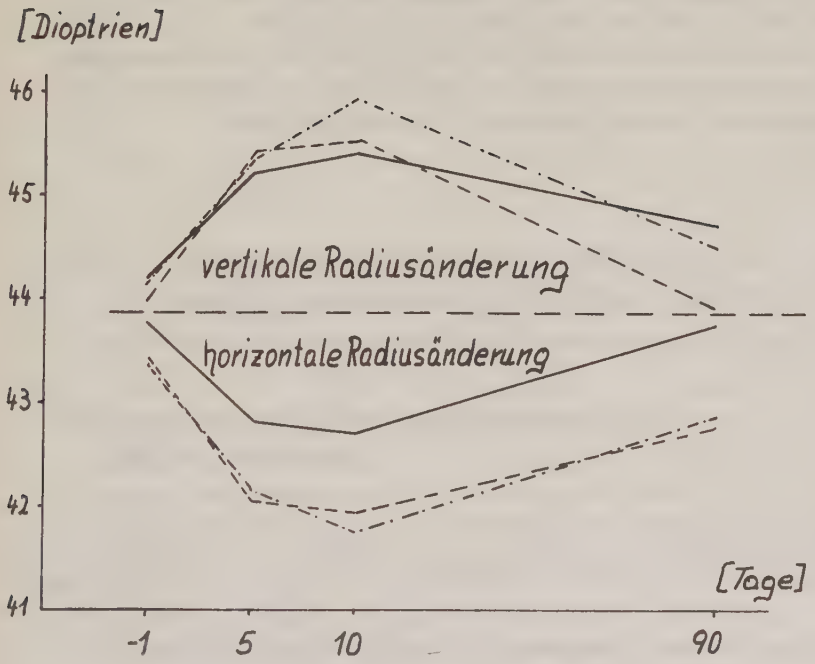


Abb. 5: Graphische Darstellung der Hornhautrefraktion vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der:
(— =) Gruppe I, (-- =) Gruppe II, (-·- =)Gruppe III

II. Änderungen der Hornhautdicke nach Kataraktextraktionen

Die Messungen wurden an 61 Augen am Tag vor der Operation und am 5., 10. und 90. Tag nach der Operation durchgeführt. Die Hornhautdicke nahm in allen Gruppen bis zum 5. postoperativen Tag zu. Stärkste Hornhautschwellung wurde in Gruppe I, mittlere Schwellungswerte in Gruppe III und geringste Werte in Gruppe II beobachtet (siehe Tab. 6 und Abb 6).

Zwischen dem 5. und dem 90. postoperativen Tag nahm der Wassergehalt der Hornhaut ab, wobei stärkste Entquellung in der I. und II. Gruppe, bis zum 10. postoperativen Tag und in der III. Gruppe zwischen dem 10. und 90. postoperativen Tag festgestellt wurde. Die Meßergebnisse des 90. Tages lagen in allen Gruppen im Durchschnitt um den präoperativ gefundenen Wert.

	Präop.	5.postop.T.	10.postop.T.	90.postop.T.
Gruppe I	0,750	0,856	0,762	0,752
Gruppe II	0,717	0,790	0,750	0,715
Gruppe III	0,746	0,846	0,823	0,742

Tabelle 6: Hornhautdickenmessungen vor und nach Kataraktoperation bei den Augen der Gruppe I, II, III

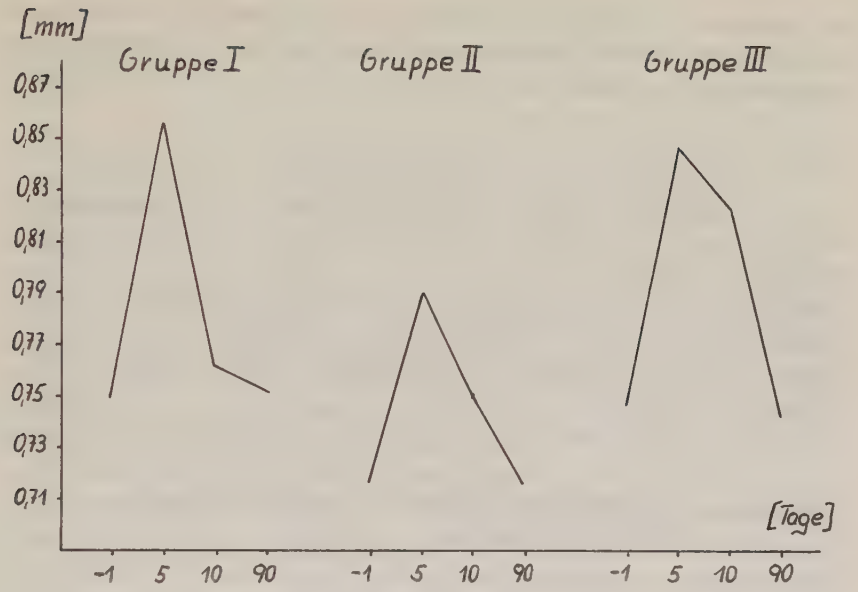


Abb. 6: Graphische Darstellung der Hornhautdickenmessung vor und nach Kataraktoperation in den Gruppen I, II, III.

III. Änderungen des intraoculären Druckes nach Kataraktextraktion

Die Messungen des intraoculären Druckes mit dem Schiötz-Tonometer ergaben am 5. postoperativen Tag in allen Gruppen eine Verringerung des Augeninnendruckes. Dabei zeigten sich die niedrigsten Druckwerte in der Gruppe I und die höchsten in der Gruppe II. Bei der Messung am 10. postoperativen Tag war bereits eine deutliche Druckzunahme in allen Fällen zu verzeichnen, wobei höchste Werte in Gruppe II und niedrigste Werte in Gruppe III gemessen wurden. Der präoperative intraoculäre Druck war bis zu diesem Zeitpunkt in keiner Gruppe erreicht worden, erst 90 Tage nach der Operation waren intraoculäre Druckwerte

mit präoperativen Werten vergleichbar. Die Werte die in Gruppe III gemessen wurden, lagen etwas höher als die präoperativen Druckmessungen (siehe Tab. 7 und Abb. 7).

	Präop.	5.postop.T.	10.postop.T.	90.postop.T.
Gruppe I	14,8	5,2	10,3	14,7
Gruppe II	17,1	9,6	15,9	16,2
Gruppe III	16,2	7,2	11,0	17,6

Tabelle 7: Intraoculäre Druckwerte (mmHg) vor und nach Kataraktoperation.

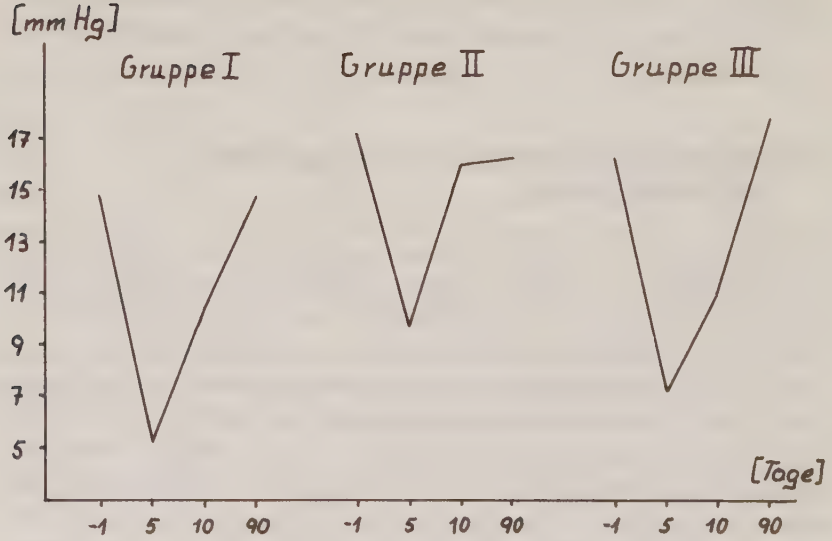


Abb. 7: Intraoculäre Druckwerte (mmHg) vor und nach Kataraktoperation

DISKUSSION

Die Krümmungsradien der Hornhaut ändern sich nach Kataraktoperationen, und zwar nimmt bis zum 10. postoperativen Tag der horizontale Radius ab und der vertikale Radius zu (siehe Tab. 5 und Abb. 5). Die höchsten Änderungswerte der horizontalen bzw. vertikalen Krümmungsradien waren allgemein am 5. postoperativen Tag zu registrieren, wie Beasley (1967) schon beschrieben hatte. Die 90 Tage nach der Operation durchgeführten Messungen ließen eine eindeutige Annäherung der Hornhautrefraktion an die präoperativen Ausgangswerte erkennen. Demnach ist zu vermuten, daß sich der Visus des Patienten drei Monate nach der Operation nicht mehr wesentlich ändert. Das Maximum und damit der Wendepunkt der Ab- bzw. Zunahme des Krümmungsradius der Meridiane ist unseren Untersuchungen zufolge zwischen dem 10. und 90.Tag anzunehmen. Der genaue Zeitpunkt konnte nicht bestimmt werden, da für den Zeitraum zwischen dem 10. und 90. postoperativen Tag keine Meßwerte vorliegen. Es war zu befürchten, daß die Patienten, deren Wohnsitz zum Teil bis zu 100 Kilometer von der Klinik entfernt lag, zusätzlich angesetzte postoperative Untersuchungstermine als lästig empfinden und den Untersuchungen fern bleiben würden.

Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse zeigte sich, daß die Refraktionsänderungen bzw. der Astigmatismus in der Gruppe I am geringsten und in der Gruppe III am stärksten war, während die Ergebnisse der Gruppe II eine Mittelstellung einnahmen (siehe Abb. 5 und Abb. 8).

Eine größere Zahl von Hornhautnähten wurde für den Verschluß des steilen kleinen Hornhautschnittes (Gruppe II) gegenüber dem Wundverschluß des schrägen größeren Hornhautschnittes (Gruppe I) verwendet. Das Resultat ist ein höherer postoperativer Astigmatismus in Gruppe II; denn die Nähte wurden mit aller Wahrscheinlichkeit fester geknüpft, um den steilen Schnitt luft- und wasserdicht zu verschließen. Das feste Knüpfen aber fixiert

postoperativ die Hornhaut, so daß mit der Narbenbildung ein pathologischer Astigmatismus entstehen muß. Diese Tatsache ist besonders in Gruppe III deutlich; denn hier wurde nicht nur ein unregelmäßiger Steilschnitt von in der Kataraktoperation wenig erfahrenen Operateuren durchgeführt, sondern auch eine große Zahl festgeknüpfter Corneoskleralnähte verwendet. Floyd (1951) spricht sicher mit Recht vom Nahtastigmatismus nach Kataraktoperationen.

Postoperativ war in allen Fällen eine Zunahme der Hornhautdicke festzustellen, die nach Dohlmann et al. (1964) und Pinero (1967) auf ein corneales Ödem zurückzuführen ist. Die Entwicklung dieses Ödems ist von der Lage des Schnittes, der Schnittlänge und der Dauer der Operation, sowie der damit verbundenen mechanischen Schädigung des Epithels bzw. Endothels abhängig.

Nach den vorliegenden Untersuchungen war ein deutliches corneales Ödem nur während der ersten 5 postoperativen Tage zu erkennen, das sich danach stetig zurückbildete. Stärkstes Hornhautödem wurde in Gruppe I, sowie in Gruppe III gemessen. Ursache des starken Hornhautödems in Gruppe I ist mit aller Wahrscheinlichkeit der große über 180° reichende Hornhautschnitt und die damit verbundene nutritive Störung des Hornhautgewebes. In der III. Gruppe war wahrscheinlich die mechanische Schädigung des Endothels sowie Epithels trotz eines kleineren Hornhautschnittes Ursache des Ödems, während in den Händen des erfahrenen Operateurs der II. Gruppe bei kleinem Schnitt das Ödem am geringsten war (siehe Abb. 8).

Ein Zusammenhang zwischen Hornhautödem und Refraktionsänderung ist nicht zu erkennen. In der Gruppe I finden wir trotz starkem Ödem den geringsten postoperativen Astigmatismus und in der Gruppe II einen hohen Astigmatismus, jedoch das geringste Hornhautödem, während in Gruppe III Astigmatismus und Hornhautödem gleich stark entwickelt sind. Eindeutig jedoch ist, daß das Hornhautödem und der Astigmatismus bis zum 5. postoperativen Tag in allen Gruppen stark zunimmt. Während aber danach das Ödem der Hornhaut geringer wird, nimmt der Hornhautastigmatismus weiterhin zu. Aus diesem grundsätzlich verschiedenem Verhalten ist zu schließen, daß sich Astigmatismus und Hornhaut-

ödem unabhängig voneinander entwickeln und zurückbilden, und, daß das Hornhautödem den Hornhautastigmatismus nicht beeinflußt. Meine Ergebnisse stimmen mit denen der obengenannten Autoren überein, daß das Hornhautödem Ausdruck der Endothel- und Epithelschädigung ist, und daß es - wenn überhaupt - nur in geringem Maß die Wundheilung und den Astigmatismus der Hornhaut beeinflußt.

Elenius et al. (1968), Kamali (1968) und Miller et al. (1968) verweisen in ihren Arbeiten auf hypotone Druckwerte in der postoperativen Frühphase ohne nähere Begründung anzugeben. Kaufmann (1965) und Rich (1968) dagegen betonen, daß am 5. Tag nach der Operation maximale hypertone Druckwerte deutlich zu erkennen sind. Inwieweit bei den letztgenannten Autoren das verwendete Alpha-Chymotrypsin für die festgestellte Drucksteigerung anzusehen ist bleibt unklar.

Meine Untersuchungsergebnisse zeigen am 5. postoperativen Tag einen beträchtlichen intraoculären Druckabfall und einen stetigen Druckanstieg bis zum normalen Ausgangswert zwischen dem 5. und 90. postoperativen Tag. Die Frage, ob die Schiötzmessungen nach Kataraktoperationen den wahren intraoculären Druck zeigen, kann nicht beantwortet werden. Nachuntersuchungen mit dem Applanationstonometer nach Goldmann erbrachten unterschiedliche postoperative intraoculäre Druckwerte, jedoch sind auch Applanationswerte um den 5. postoperativen Tag nach Hornhautschnitten bei Hornhautödem und hohem Astigmatismus nicht als verläßlich anzusehen. Die mit dem Schiötztonometer gemessenen Werte zeigen nicht den wahren intraoculären Druck, da sich die Rigidität des Auges und Zusammendrückbarkeit der geschwollenen Hornhaut in der postoperativen Frühphase ändern. Die Meßergebnisse sind als Vergleichswerte mit dem präoperativen Druck zu verwerten und bestätigen die Resultate von Scheie (1959) u.a., daß nach Kataraktoperationen der intraoculäre Druck abfällt. Der intraoculäre Druck steigt und erreicht normale Werte, sobald das während der Operation verlorene Kammerwasser und das Volumen der entfernten Linse durch sekundäres Kammerwasser ersetzt worden ist.

Aus den Untersuchungsergebnissen geht weiterhin hervor, daß niedrigste intraoculäre Druckwerte, sowie stärkstes Hornhautödem am 5. postoperativen Tag beobachtet wurden. Abgesehen von der Vermutung, daß eine Abnahme des intraoculären Druckes zu Ernährungsstörungen der Hornhaut führen könnte, die unter Umständen eine Hydration der Cornea begünstigt, können aus diesen Befunden keine Schlüsse gezogen werden. Auffallend ist ferner, daß während der ersten 5 postoperativen Tage der Astigmatismus am stärksten zunimmt und daß auch während dieser ersten 5 Tage der intraoculäre Druck und die Hornhautschwellung ihre niedrigsten bzw. höchsten Werte erreichen. Jedoch fehlen hier die wichtigen postoperativen Untersuchungsergebnisse der ersten 5 Tage (siehe Abb. 8).

Aufgabe künftiger Untersuchungen würde es sein, die postoperative Frühphase zu untersuchen. Ferner wäre an einer größeren Anzahl von Fällen intraoculäre Druckmessungen mit Hilfe des Applanationstonometers durchzuführen. Die so gewonnenen Meßergebnisse müßten sodann mit Schiötztonometer parallel ermittelten Werten verglichen werden.

Aufgabe künftiger Untersuchungen könnte es ferner sein, zu klären, ob das Einblasen von Luft, Einspritzen von Ringerlösung oder ob das Unterlassen beider Maßnahmen nach beendeter Operation Einfluß auf postoperative Änderung von Refraktion, Hornhautdicke oder intraoculären Druck hat.

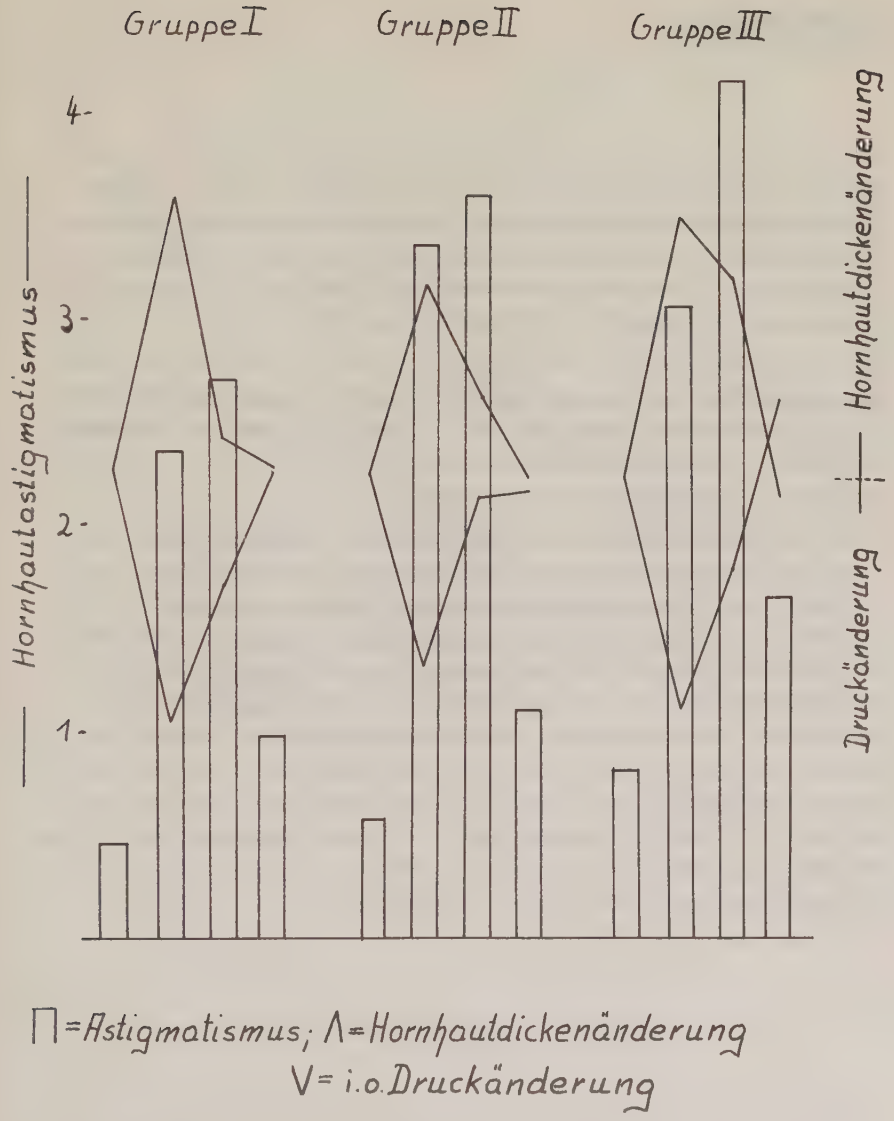


Abb. 8: Postoperative Änderungen von Astigmatismus, intraocu-
lärem Druck und Hornhautdicke innerhalb der Gruppen
I, II und III

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegenden Untersuchungen an insgesamt 72 Augen lassen in der postoperativen Phase eine Refraktionsänderung erkennen. Hierbei nimmt die horizontale Krümmung bis zum 10. postoperativen Tag ab, (=Refraktionsabnahme) die vertikale Krümmung nimmt im gleichen Zeitraum zu (=Refraktionszunahme).

Bei allen untersuchten Fällen waren am 90. postoperativen Tag die präoperativ gefundenen Refraktionswerte annähernd erreicht. In allen Untersuchungsgruppen (I, II und III) zeigten die Veränderungen der Krümmungsradien postoperativ gleiche Tendenzen, freilich in unterschiedlicher Stärke.

Nach jeder Kataraktoperation entsteht ein corneales Ödem, das um den 5. postoperativen Tag sein Maximum erreicht und sich dann - etwa bis zum 90. postoperativen Tag - wieder rückläufig entwickelt. Die Dicke der Hornhaut nimmt dementsprechend bis zum 5. postoperativen Tag zu und erreicht am 90. postoperativen Tag annähernd den präoperativen Wert. Die Änderungen des intraoculären Druckes lassen eine entgegengesetzte Tendenz erkennen: bis zum 5. postoperativen Tag nimmt der Druck ab und erreicht zwischen dem 10. und 90. postoperativen Tag den präoperativen Meßwert. Zusammenhänge zwischen Änderungen des Astigmatismus nach Kataraktoperationen, intraoculärem Druck und Hornhautschwellung sind nicht zu erkennen.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. med. W. Leydhecker, Direktor der Universitätsklinik und Poliklinik für Augenkranke, für die freundliche Überlassung des Themas, sowie Herrn Oberarzt Priv.Doz. Dr.med. F. O. Mueller für die wertvollen Anregungen.

LITERATURVERZEICHNIS

Beasley, Harold: Transactions of the American Ophthalmological Society, 65:168-88, 1967, "Keratometric changes after cataract surgery"

Dohlmann, C.H. and Boruckoff, Sir Arthur: Int.Ophthal.Clin. 4:979-98, 1964, "Corneal edema after cataract surgery"

Duke-Elder, Sir Stewart,: Textbook of Ophthalmology, Vol.IV, St.Louis, Mosby 1950

Elenius, V. and Karo, T.: Eye, Ear, Nose Throat Monthly 47, 66-70, 1968, "Brechkraftänderung der Hornhaut nach Kat.Extr."

Fajardo, R.V.: M.D. (Manila) 15, 526-529, 1966, "Postoperativ corneal edema in uveitis eyes"

Floyd, G.: Amer.J.Ophthal., 34:1525-33, 1951, "Changes in the corneal curvature following cataract extraction"

Groenholm, V.: Finska,läk-sällsk.handl., 78:286, 1935, "Über Hornhautschnitt bei Staroperation und den postoperativen Astigmatismus"

Haltenhoff, E.: Wiss.Z.Humbold Univ.Berlin, 13:591-598, 1964, "Einfluß der Staroperation auf das Tonogramm"

Juglio, N.: Boll.Soc. ital. Biol. Sper., 43, 1904-1905, 1967, "Effect of the intraocular pressure on the thickness of the human cornea"

Kamali, K.: Bull.Ophthal.Soc.Egypt., 61, 313-318, 1968, "The intraocular pressure following cat.extr."

Kaufman, I.: Amer.J.of Ophthal. 59:722, 3.Spr. 1965, "Intraocular pressure after lens extraction"

Kawahara, S.: Acta Soc. Ophth. (Japan), 37:883, 1933, "Changes of corneal curvature after cataract surgery and its effects on visual acuity"

Miller, J.R. and Morin, J.D.: Amer.J.Ophthal., 66, 523-528, 1968, "Intraocular pressure after lens extraction"

Neumann, E., Hyams, S. and Friedman, Z.: Harefuah, 70, 210-213, 1966, "Biomicroscopy and tonometry during the first week after senile cataract extraction"

Pinero, C.A.: An.Inst.Barraquer, 7, 481-486, 1967, "Postoperative edema after cataract surgery"

Pintucci, R.: Boll Oculist, 47, 188-200, 1968, "L'astigmatismo post operativo nell operzione della cataratta senile eseguita con il cheratotomo a compasso e le suture prerie"

Rich, W.J.C.C.: Transophthal. Soc.U.K. 88, 457-459, 1968,

Scheie, H.G.: A.M.A. Arch.Ophth. 61:431, 1959, "Incision and closure in cataract extraction"

Tied, N. and Marre, E.: Albrecht von Graefe archiv Ophthal. 169, 62-74, 1966, "Theoretical considerations concerning the coefficient of rigidity"

Ytteborg, J. and Dohlmann, C.: Arch.Ophthal. 74, 375-381, 1965, "Corneal edema and intraocular pressure"

LEBENSLAUF

Am 29.1.1942 wurde ich als Sohn des Studienrates Heinz Detering und der Dipl. Musiklehrerin Charlotte Detering, geb. Welt, in Essen geboren.

Bis 1952 besuchte ich die Volksschule in Essen-Dellwig. 1962 absolvierte ich die Reifeprüfung am mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig des Gymnasium Borbeck in Essen-Borbeck und verpflichtete mich anschließend für 2 Jahre freiwillig zum Wehrdienst bei der Bundeswehr, den ich als Leutnant der Reserve 1964 beendete.

Mein Medizinstudium begann ich mit dem Sommersemester 1964 an der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster, wo ich am 22.3.1965 das Vorphysikum und am 20.4.1967 das Physikum mit Erfolg ablegte.

Mit dem Winter-Semester 1967/68 setzte ich an der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg das Studium der Medizin fort, welches ich am 3.8.1970 mit dem Staatsexamen abschloß.

Vom 1.10.1970 bis zum 30.9.1971 war ich am Städt.Krankenhaus Weiden i.d.OPf. als Medizinalassistent tätig und erhielt am 12.10.1971 die Approbation als Arzt.

Zur Zeit bin ich in der geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung des Städt.Krankenhauses Weiden i.d.OPf. tätig.

Jürgen Detering

Schnelldruck-Böhler, 87 Würzburg, Seilerstr. 10